

氏 名	オギノ ツカサ 荻野 司
所 属	都市環境科学研究科 都市環境科学専攻 建築学域
学 位 の 種 類	博士（工学）
学 位 記 番 号	都市環境博 第 147 号
学位授与の日付	平成 27 年 3 月 25 日
課程・論文の別	学位規則第 4 条第 1 項該当
学位論文題名	在室者の調整行動を利用した省エネ空調制御システムに関する研究
論文審査委員	主査 教 授 須永 修通 委員 教 授 永田 明寛 委員 教 授 江崎 浩(東京大学)

【論文の内容の要旨】

現在、エネルギーの節約と地球温暖化ガス放出の低減は社会的な要請であり、社会全体の省エネを進めるべく、大規模、小規模に関わらず、多様な施設・建物において省エネ・節電が進められている。設備関連では、既存設備機器の運用による省エネを目的として、BEMS (Building Energy Management System) 導入が推進されているが、中小規模建物への導入は遅れている。一方、無理な省エネは業務効率を悪化させることもあり、省エネと快適性の両立する空調制御方式が種々検討されている。空調設備としては、省エネを図りながら個々の要望を満足させる空調システムとしてパーソナル空調方式が期待されているが、新築建物が中心で適用には制限がある。また、既存空調設備の効率的な運用手法としては、スケジュール(発停)制御方式、熱的快適性指標である PMV (Predicated Mean Vote) を利用した制御方式があるが、室内の水平温度分布や在室者温冷感の個人差への対応が難しい。在室者の温熱環境改善要望（以降、温熱要望）を利用し、在室者全体の特性に適応した空調制御方式の提案もされているが、定量的な省エネ性能の検証や総合的な制御方式の提案には至っていない。

そこで本研究では、まず、既存の中小規模建物にも容易に設置でき、建物内の設備変更にも対応可能な新たな BEMS として、SaaS 型 BEMS (Software as a Service-type BEMS: 以降 S-BEMS) の開発を行った。本 S-BEMS は、対象建物にはゲートウェイのみを設置、主たる BEMS 機能をサーバ部で構成することで、建物の規模によらず建物内の設備機器に応じて、必要な機能を選択することで、最小限で最適な BEMS を構成することができる。次に、積極的に省エネを図りながらも在室者の快適性を損なわない空調制御方式としてアクティブ空調制御方式を考案し検討を行った。本方式は、在室者の調整行動を捉えることにより、その空間の在室者にとっての温熱環境を把握し、その情報を空調制御に反映させ

ることによって、在室者の温熱要望を満足させる空調制御を目指したものである。つまり、気象状態や在室者の属性、着衣量、温冷感、快適感、心理状態などを細かく把握して空調制御を行うのではなく、それらの結果としての調整行動を空調制御に利用しようというものである。具体的には、在室者の調整行動として手動 ON 操作に着目し、手動による空調 ON 回数を用いて室内機の運転間隔を自動調整し、省エネと快適性を両立させる。

本論文では、夏期、冬期の実証実験結果から本システムの有効性や課題を考察し、在室者の調整行動を用いて空調制御をすれば、属性、温冷感、快適感、心理状態まで含めた在席者の温熱要望に沿った、パーソナリな空調が実現可能であることを示した。

本論文は、本文 6 章と資料により構成されている。

第 1 章では、本研究の背景と目的について述べ、本研究の対象領域である空調設備と制御に関する既往研究について示した。

第 2 章では、既存の BEMS についての課題を挙げ、S-BEMS の構成を示すとともに、その特徴と機能について述べた。

第 3 章では、S-BEMS を利用したアクティブ空調制御方式について述べ、省エネ効果と在室者の調整行動について検討した。夏期の実証実験結果から、業務内容に応じたスケジュール制御を実施することで省エネ効果が得られ、それに在室者の手動 ON 操作を捉えることで対象エリアの温熱環境に応じた空調制御が可能であることを示した。

第 4 章では、第 3 章で得られた知見をもとにアクティブ空調制御システムを構築し、複数の室内機がある執務室と温熱環境が異なる会議室にて、夏期における実証実験を行い、その有効性について検討した。在室者の調整行動を利用した空調制御は、両エリアともに外気温の変化に追随していることが確認され、個々のエリアの温熱環境に応じた空調制御が実現できる可能性を示した。また、アンケート結果による考察も行い、在室者には、本システムによる空調制御が、快適ではないがあまり不快ではない温熱環境として捉えられていることを示した。一方、制御の調整間隔が 1 日単位のため、急激な温度変化には対応できず、また、休日への対応も必要であることが明らかとなった。執務室の結果では、場所による温熱環境の違いに対して、各室内機を個別に制御する方が、より在室者の温熱要望に沿った制御となることも分かった。

第 5 章では、冬期において第 4 章と同様に実証実験と検討を行った。夏期と同様、空調制御が、両エリアともに外気温の変化に追随していることが確認され、個々のエリアの温熱環境に応じた空調制御が実現できる可能性を示した。一方、第 4 章の課題に加えて、在室者の手動 ON 操作と手動 OFF 操作が相互作用している点が確認され、手動 OFF 操作を反映させた制御の必要性が明らかになった。

第 6 章では、結論として、本研究により得られた知見と今後の課題について記した。